= E.T.A.P. Report.

REF 71B

PROGRAMA AMPLIADO DE ASISTENCIA TECNICA

FAO

Nº 1239

Informe al
Gobierno de

CHILE

LA VIROSIS DE LAS HORTALIZAS EN CHILE

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

ROMA, 1960

14 AUG 1961

Informe No. 1239 Proyecto CHI/PL

INFORME AL GOBIERNO

DE LA

REPUBLICA DE CHILE

SOBRE

LA VIROSIS DE LAS HORTALIZAS EN CHILE

por

Carl J. Eide

Fitopatólogo de la FAO

Roma, 1960

-F-4508

I N D I C E

Página

I. INTRODUCCION 1

II. PRINCIPALES PROBLEMAS RELATIVOS A LAS VIROSIS DE LAS HORTALIZAS 2

III. LABOR DESARROLLADA POR EL EXPERTO 3

IV. RESUMEN DE RECOMENDACIONES AL GOBIERNO 4

V. ANALISIS DE LAS RECOMENDACIONES 6

A. Acelerar los proyectos de importancia inmediata y vital 6

B. Iniciar proyectos sobre virus de la papa, esenciales para los trabajos genéticos y la certificación de semillas 7

C. Proporcionar medios para la investigación de virosis y de otras anomalías de la papa 8

D. Ampliar la producción de papas de siembra certificadas . 9

E. Coordinar los trabajos relativos a los virus de la papa con otras investigaciones sobre este tubérculo 10

F. Apoyar las investigaciones sobre el marchitamiento amarillo de la betarraga azucarera 12

VI. MEDIOS NECESARIOS 13

A. Personal 13

B. Costos 14

C. Ganancias 15

APENDICE

Plan de investigaciones sobre el marchitamiento amarillo de la betarraga azucarera 16

I. INTRODUCCION

De acuerdo con la solicitud del Gobierno de la República de Chile en cuanto a ayuda técnica en la investigación y combate de las virosis de las hortalizas, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, con arreglo a su Programa Ampliado de Asistencia Técnica, nombró al Dr. Carl J. Eide, Fitopatólogo con la misión de ayudar y asesorar al Gobierno en la formulación e iniciación de un programa para el estudio de las virosis de la papa, betarraga azucarera y otras hortalizas, y en la capacitación de personal técnico. El experto permaneció en Chile desde el 4 de enero hasta el 30 de abril de 1960.

A la llegada del experto a Santiago, el Sr. Iván Ibáñez I., entonces Director del Departamento de Defensa Agrícola, expuso los objetivos concretos de la misión:

1. Recorrer el país y hacer un inventario de las enfermedades virosas de Chile en los cultivos de papas, betarraga azucarera, vid y otros.

2. Establecer cuáles son los problemas de más importancia económica y recomendar la forma de combatirlos y estudiarlos.

3. Indicar las recomendaciones necesarias sobre las prácticas que deben adoptarse en la certificación de semillas con respecto a virus.

4. Dar una charla mensual sobre enfermedades de virus, con especial mención de lo observado en Chile.

5. Desarrollar un curso de una o dos semanas para profesionales, egresados, y alumnos del último curso de la Facultad de Agronomía (incluyendo trabajos de laboratorio).

Por lo tanto, la mayor parte de los trabajos efectuados por el experto consistían en reconocimientos fitopatológicos de campo y en estudios preliminares a la presentación del curso sobre virus de las plantas, así como en la formulación de recomendaciones acerca de la investigación de las virosis en Chile. Por no contar con medios, el experto pudo hacer muy poco en cuanto a trabajos experimentales o a una efectiva capacitación en técnicas modernas. Los principales resultados que alcanzó se limitaban a la evaluación de la situación, formulación de planes para trabajos futuros y actividades educativas en la medida en que la simple charla lo permitía.

El Ing. Mario Vallejo, entonces empleado en el Departamento de Defensa Agrícola del Ministerio de Agricultura, trabajó con el experto mientras éste desarrollaba su misión, organizando viajes de campo o acompañando al experto en éstos, o bien dando a conocer al experto hechos y personas que contribuyeran a la comprensión de los problemas relativos.

El experto desea manifestar su agradecimiento por la ayuda y consejo que le prestaron el Ing. Vallejo y otras personas del Ministerio de Agricultura. Desea también dar las gracias al Sr. Maurice Amiot y al personal de la oficina de la FAO en Santiago por su espíritu de colaboración, que tanto facilitó su labor.

II. PRINCIPALES PROBLEMAS RELATIVOS A LAS VIROSIS DE LAS HORTALIZAS

Uno de los principales problemas virológicos es el que plantean las virosis de la papa (arrollamiento de las hojas, mosaico benigno, mosaico rugoso, y probablemente otras). La situación se ha agudizado en los últimos años debido a la introducción de otra enfermedad de la papa.

Hasta 1950, aproximadamente, la principal variedad de papa era en Chile la Corahila, que comprendía una mezcla de clones pero que satisfacía la demanda del mercado de una papa de carne amarilla que no se desintegrara al hervirla. Asimismo, parecía ser tolerante al menos a las virosis. Sin embargo, es muy susceptible al tizón tardío o gangrena (Phytophthora infestans) y desde que alrededor de 1950 quedó introducida esta enfermedad se ha venido tratando de sustituir esta variedad por otras extranjeras más o menos resistentes al tizón tardío. Sin embargo, las nuevas variedades resultan ser más susceptibles a las virosis, siendo evidente la necesidad de combatir las virosis por medio de la certificación de semillas.

El sistema de certificación de semillas seguido en Chile actualmente no prevé la producción de semilla original. Esta se ajusta a normas más estrictas, respecto a la ausencia de enfermedades, que la semilla certificada ordinaria, y puede distribuirse a los productores de semilla certificada como fuente de semilla si por una u otra razón las de éstos no cumplen ya con las normas oficiales. Hace unos veinte años se intentó la producción de esta semilla original, pero la falta de interés por parte de los agricultores hizo que se abandonaran estas actividades. Incluso la producción de semilla ordinaria inspeccionada y certificada ha sido muy baja. Este año existían unas 111 hectáreas certificadas. Para una siembra de unas 55.000 hectáreas anuales, deberían dedicarse a la producción de semillas alrededor de 3.000 hectáreas.

Esta situación ha existido durante varios años y ya fue comentada por K.O. Müller en el Informe de la FAO No. 28, Apéndice B, publicado en 1952. Lo que este autor decía sigue hoy siendo en esencia válido, pero al parecer muy poco se ha hecho para mejorar la situación.

El marchitamiento amarillo de la betarraga azucarera es un factor limitador para la producción en la zona central regada. Su presencia hizo que los primeros intentos de cultivo de betarraga fueran tan poco provechosos que llegó a abandonarse el proyecto de construir una refinería en esa zona.

Respecto del marchitamiento amarillo, como en el caso de las virosis de la papa, el problema fundamental en Chile es una falta de personal y de medios para estudiar las enfermedades.

III. LABOR DESARROLLADA POR EL EXPERTO

Durante los tres meses de permanencia en Chile las principales actividades desarrolladas por el experto fueron:

1. Reconocimientos fitopatológicos. Viaje a la isla Chiloé; reconocimientos de sembrados de papa y estaciones experimentales en San Fernando, Chillán, Temuco, Osorno, Estación Centinela y en la isla Chiloé, cerca de Ancud. Viajes más cortos en las inmediaciones de Santiago.

2. Capacitación. Preparación y distribución de un programa para un curso de virología; presentación del curso a 22 profesionales de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Concepción, Plan Chillán, Chillán.

3. Plan de investigaciones futuras. Preparación de un plan detallado para la investigación del marchitamiento amarillo de la betarraga azucarera, que fue enviado por conducto del representante local de la FAO a la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y a la Industria Azucarera Nacional S.A. (IANSA), organizaciones que se proponen apoyar la investigación en un futuro inmediato (Véase el Apéndice).

Si bien las actividades mencionadas probablemente constituyen todo cuanto podía esperarse en el limitado tiempo y con los escasos medios de que se disponía, ofrecen una base para formular ciertas recomendaciones. Esto se aplica especialmente a los viajes al campo, pero incluso éstos resultaron insuficientes ya que fueron pocos y no proporcionaron información en cuanto a determinadas e importantes fases del cultivo de la papa en Chile. De importancia especial es la cuestión del estado de las papas almacenadas, que no pudo estudiarse, ya que la estancia del experto en Chile no coincidió con la temporada de almacenamiento.

El plan de investigaciones sobre el marchitamiento amarillo podrá ser útil al comienzo de las investigaciones sobre esta enfermedad, pero sin duda deberá alterarse en mayor o menor grado a medida que las investigaciones se desarrollan.

Aunque el curso desarrollado en Chillán tenía un cierto valor educativo general y pareció estimular un cierto interés, no representa la mejor forma de capacitar personas para la labor de investigación o para adquirir una competencia en materia de virología. La única forma de adelantar o de aprender es trabajar directamente con las plantas enfermas.

IV. RESUMEN DE RECOMENDACIONES AL GOBIERNO

Las recomendaciones que siguen abarcan casi todos los aspectos mencionados por el Ingeniero Ibáñez (véase la Introducción), pero se han dispuesto en una forma algo diferente. En cierto modo, repiten y reafirman las recomendaciones ya hechas por K.O. Müller en el Informe No. 28 de la FAO, en 1952.

A. Acelerar los proyectos de importancia inmediata y vital.

1. Iniciar un programa de semilla de papa original que proporcione materiales para la investigación y para la producción de semilla comercial certificada.

2. Determinar en forma más precisa en qué lugar pueden producirse buenas semillas, cultivar parcelas comparables de papas a partir de un único lote de semilla en diferentes partes del país y comparar la cuantía del incremento virótico y de la baja en la productividad.

B. Iniciar proyectos sobre virus de la papa, esenciales para los trabajos genéticos y la certificación de semillas.

1. Comparar la cuantía de incremento virótico en las variedades comunes y en las selecciones prometedoras.

2. Identificar los virus en las papas chilenas inoculando hospedantes indicadores. Buscar nuevos hospedantes silvestres de los virus de la papa.

3. Estudiar la ecología de los insectos vectores, especialmente de los pulgones, y su relación con la propagación de los virus, incluído un estudio de los pulgones sobre las papas almacenadas.

4. Mantener cultivos de virus comunes en plantas de papa.

C. Proporcionar medios para la investigación de virosis y de otras anomalías de la papa.

Entre éstos figurarán:

1. Un invernadero con local para la siembra en macetas y con laboratorio.

2. Un edificio adecuado para almacenar papas.

3. Un invernáculo de tela metálica.

4. Materiales para el invernadero y el laboratorio.

D. Ampliar la producción de papas de siembra certificadas. Esto exigirá:

1. Conseguir una fuente de semilla original (Véase A más atrás).

2. Exigir normas más estrictas de tolerancias de virus en la semilla certificada.

3. Emplear inspectores que puedan especializarse en papas.

4. Realizar trabajos de extensión entre los cultivadores de papas para enseñarles el valor de la semilla certificada.

E. Coordinar los trabajos sobre virus de la papa con otras investigaciones sobre este tubérculo, incluídas las actividades siguientes:

1. Genética de la papa.

2. Ensayos de adaptación de variedades, tanto extranjeras como obtenidas en el programa genético.

3. Estudios de almacenamiento.

4. Estudios sobre el empleo de papas de siembra partidas y tratamiento de éstas.

F. Apoyar las investigaciones sobre el marchitamiento amarillo de la betarraga azucarera.

V. ANALISIS DE LAS RECOMENDACIONES

A. Acelerar los proyectos de importancia inmediata y vital

1. La semilla original, esto es, el material fitotécnico con un bajo porcentaje de plantas infectadas por virus (menos del 0,5 por ciento), constituye una parte necesaria en todo programa de certificación de semillas. Son también necesarias semillas análogas para otros varios tipos de investigación. Por ejemplo, si quieren obtenerse datos fidedignos sobre el comportamiento de las papas en diferentes partes del país, deberán iniciarse los experimentos con semilla fundamentalmente libre de virus. Esta semilla es también necesaria en los ensayos varietales comparativos, por cuanto es preciso distinguir el factor de susceptibilidad virótica de otros factores que influyen sobre el rendimiento y la calidad.

   La producción de semilla original podrá iniciarse seleccionando plantas de aspecto vigoroso, recolectando el producto de cada mata por separado, y cultivando éstas papas en unidades aisladas de tubérculos o matas. Las unidades débiles o las que muestran síntomas víróticos se desechan tan pronto como es posible. Si hay pruebas de que un clon es un portador sin síntomas de un virus, se harán necesarias las pruebas de índices sobre hospedantes indicadores.

   Existen diferentes criterios en cuanto a cual sea el mejor lugar para efectuar estos trabajos, aunque probablemente cualquier localidad al sur de la zona central, donde es posible el aislamiento y donde las parcelas pueden observarse diariamente, será satisfactoria hasta tanto pueda demostrarse que una zona es mejor que otra.

2. La cuestión de la degeneración de la papa original cultivada durante varios años en la zona central nunca se ha explicado suficientemente con los trabajos experimentales. Al parecer, los virus se hallan presentes y se propagan llegando hasta el sur de la isla Chiloé, pese a lo cual la papa de siembra producida en el sur se reconoce en general como superior a la producida durante varios años en la zona central.

   Para obtener datos sobre este punto deberán sembrarse parcelas reiteradas en diversos lugares del país. En el primer año todas se sembrarán con la misma simiente, y la progenie de cada campo se utilizará para la siembra del año siguiente. Posteriormente, la simiente del primer año obtenida en las cosechas de otras zonas debería compararse con la simiente local, para determinar qué efecto tiene sobre el rendimiento del cultivo en otra zona. Deberá realizarse una minuciosa determinación del predominio virótico.

B. Iniciar proyectos sobre virus de la papa, esenciales para los trabajos genéticos y la certificación de semillas

1. Tan pronto como se cuente con semilla original, deberán sembrarse parcelas de las variedades principales y, además de otras cualidades, se determinará la proporción en que los materiales quedan infectados por los virus. Esto indicará la relativa facilidad con que cada variedad puede mantenerse libre de virus mediante métodos de certificación.

2. Se deberá efectuar una comparación de virus de las variedades chilenas en diferentes partes del país para determinar si son análogas a las descritas en otros países, o si se hallan presentes razas insólitas e importantes. Esta información es también vital para el programa genético.

   Durante la ejecución de estos trabajos se recogerán semillas de plantas silvestres, se cultivarán en macetas en el invernadero y las plantas se inocularán con virus de la papa. Con ello quedarán en evidencia las plantas susceptibles que podrían ser una posible fuente silvestre de virus. Podrán también revelarse nuevas y valiosas plantas indicadoras.

3. La ecología de los insectos vectores es importante para determinar cómo y cuándo se propagan los virus. Muchos virus de la papa los transmite Myzus persicae, aunque también pueden ser importantes otras especies de pulgones. Es fundamental conocer las tendencias en las poblaciones de los pulgones y saber en qué períodos y en qué condiciones se desplazan volando. Estos datos podrán determinarse recurriendo a técnicas entomológicas ordinarias.

   Las papas almaconadas en condiciones diversas se examinarán cuidadosamente para determinar la presencia de pulgones, y los que se encuentren se dejará que se alimenten sobre plantas en el invernadero para observar si son virulíferos. Se idearán medios para eliminar los pulgones en los almacenes. Si las papas se encuentran en recipientes herméticos a los gases la fumigación será un medio adecuado.

4. A medida que se vayan identificando los virus durante el estudio con hospedantes indicadores, se preservarán cultivos típicos para su empleo en la identificación y en los trabajos genéticos. Pueden preservarse en clones de papa que se cultivan cada año, en jaulas protegidas contra los insectos en el campo. Pueden asimismo preservarse en hojas de Nicotiana glutinosa o de otros hospedantes, por congelación o por desecación.

C. Proporcionar medios para la investigación de virosis y de otras anomalías de la papa

1. Ante todo es preciso contar con un invernadero dividido en varias secciones y con adecuados medios de calefacción, refrigeración e iluminación. Cada sección se protegerá con tela metálica contra los insectos. El invernadero contará con un recinto para la siembra en macetas y con un pequeño laboratorio de campo. Sin estos elementos mínimos no es posible investigar los virus. En el invernadero deberá existir una sección para el cultivo de plantas de ensayo, otra para pruebas de índices con semilla de papa y por último otras secciones mantenidas a dos temperaturas diferentes en las que puedan tenerse las plantas inoculadas.

   El emplazamiento más adecuado para el invernadero y el laboratorio podrán determinarlo mejor personas que estén más familiarizadas con la situación de lo que lo está el autor de estas líneas. El Dr. K.O. Müller, en el Informe de la FAO No. 28, manifestó la opinión de que Centinela es un buen lugar para los trabajos genéticos con la papa. Probablemente será también satisfactorio para las actividades virológicas, al menos en lo que se refiere a los trabajos propiamente dichos. No obstante, otras personas que conocen bien Chile, opinan que la estación Centinela está demasiado alejada para mantener relaciones personales satisfactorias. Si esto es cierto, el invernadero podría emplazarse en Temuco, donde también podría servir para investigar los virus de otros cultivos.

2. Otro elemento necesario para la investigación sobre la papa es un adecuado almacén. Existe una gran bodega en Centinela, pero está mal aislada y se utiliza para almacenar papas comerciales, que podrían ser una fuente de infección. La temperatura de esta bodega no puede regularse. Un almacén bien aislado de tres piezas, más una sala de trabajo anexa, cada una con ventilación regulada, es el mínimo indispensable. Dos de estas tres salas contarían con refrigeración artificial, y en todas ellas se instalarán estanterías que permitan un fácil acceso al producto almacenado. Por supuesto, un almacén de este tipo sería utilizado principalmente para los trabajos genéticos con la papa, aunque es también esencial para todos los trabajos que se refieran a este cultivo. Contando con temperatura regulada, podrían efectuarse estudios de importancia vital en cuanto al efecto de las condiciones de almacenamiento sobre la semilla.

3. El invernáculo de tela metálica, como su nombre indica, consiste en una estructura cubierta por una tela metálica protectora lo suficientemente fina para impedir la entrada de insectos tan pequeños como los pulgones. Este invernáculo es esencial en los trabajos virológicos y en el cultivo de semilla original para el programa de certificación. Será de altura suficiente para que pueda trabajarse en su interior y sus dimensiones serán las que aconsejen las circunstancias. El piso es de tierra, en la que pueden cultivarse materiales seleccionados y mantenerse protegidos contra los insectos. Estos recintos son relativamente baratos.

4. Son necesarias jaulas a prueba de insectos cubiertas por un enrejado de plástico o de cobre para impedir la entrada de insectos pequeños como pulgones. Serán cuadradas, de unos 40 cm. de lado y 70 cm. de altura, aunque también serán útiles otras de dimensiones mayores o menores.

Los principales elementos necesarios en el laboratorio son una centrifugadora de capacidad media, un refrigerador grande, una congeladora, un microscopio estereoscópico y quizá un equipo de cromatografía de papel. Los elementos menores de laboratorio y de invernadero podrán determinarse y pedirse por la persona encargada de los trabajos.

Son también esenciales automóviles para el transporte, sobre todo para los inspectores, cada uno de los cuales deberá contar para su uso exclusivo con un automóvil adecuado. Los investigadores de las estaciones experimentales deberán contar con automóviles para los trabajos de campo necesarios.

D. Ampliar la producción de papas de siembra certificadas

1. Un requisito esencial en la producción de papas de siembra relativamente libres de enfermedades transmitidas por semilla es una disposición relativa a los materiales fitotécnicos originales. Aunque en Chile las normas oficiales para 1959/60 especifican que la semilla "Registrada (Genética)" se siembre en los campos que deben certificarse, las disposiciones relativas a la producción de tal simiente son insuficientes. Este punto se discute más ampliamente en el párrafo 1 de la sección A anterior. Si la demanda de semilla original se intensifica (como debería), habrán de elegirse agricultores de confianza en lugares aislados para que reciban una capacitación en la producción de semilla original. En los países productores de grandes cantidades de papas de siembra funcionan granjas especiales del Estado con el objeto de producir semilla original de la calidad superior.

2. La tolerancia actual del 2 por ciento para todas las virosis en el momento de la última inspección de la semilla certificada es probablemente demasiado elevada. En otros lugares la experiencia ha aconsejado fijar tolerancias más bajas, ya que se ha demostrado que no es posible dominar y combatir las infecciones víricas si se permiten procentajes superiores. Según la variedad, emplazamiento y temporada una tolerancia del 2 por ciento en la última inspección con frecuencia conducirá a una proporción superior de infección en el año siguiente, y el combate por eliminación de las plantas enfermas será virtualmente imposible. Una tolerancia del 2 por ciento en la primera inspección y del 1 por ciento en la última, probablemente permitirá un mejor combate de las virosis.

Las disposiciones actuales prescriben que la sala de almacenamiento debe estar bien ventilada, con una temperatura adecuada para la conservación de la semilla. Esta es una disposición más bien teórica, ya que resulta que casi ningún productor cuenta con medios de almacenamiento en que puedan mantenerse temperaturas favorables para la conservación de la semilla. En este caso debe prevenirse a los agricultores a que conserven las papas de siembra en el lugar más fresco posible, preferiblemente en aquellos donde los pulgones puedan combatirse con fumigaciones. Entre tanto deberán efectuarse experimentos sobre el almacenamiento de semilla.

3. Los inspectores de papas no deberán tener más obligaciones profesionales que las que implica el programa de producción de papa de siembra. La necesaria competencia exige experiencia, y si una persona debe desarrollar una diversidad de actividades, mal podrá adquirir tal competencia. Un solo especialista deberá estar en condiciones de efectuar todas las inspecciones en 200 a 400 hectáreas de papa de siembra anualmente, según la extensión de los sembrados, la distancia entre éstos y el estado de las carreteras.

4. Para que un programa de certificación de semillas tenga éxito, es preciso que cuente con la confianza y el apoyo de los productores. La mejor forma de ganarse esta confianza y este apoyo es probablemente plantar dos campos adyacentes de semilla común y de semilla certificada de una misma variedad en la propiedad de un agricultor. Podrán establecerse varias parcelas de este tipo en diferentes comunidades, celebrándose reuniones en la época de la cosecha para que los agricultores adviertan la diferencia.

E. Coordinar los trabajos relativos a los virus de la papa con otras investigaciones sobre este tubérculo

1. El programa de mejoramiento genético de la papa se encaminará principalmente a la obtención de variedades resistentes al tizón tardío, con carne amarilla y piel roja, que son las preferidas en el mercado chileno. Otra característica que se persigue es un largo período de reposo vegetativo con un mínimo de brotación en las condiciones de almacenamiento con que hoy se cuenta.

La resistencia al virus X es fácil de obtener en los trabajos genéticos, y podría también considerarse como uno de sus objetivos. Si bien un programa en gran escala para la obtención de variedades resistentes a los demás virus puede

no ser un objetivo práctico en un futuro inmediato, podrán hacerse otras cosas importantes que faciliten la lucha contra los virus mediante la certificación: por ejemplo, eliminación de clones con follaje rugoso u otros caracteres que hagan difícil la determinación de la presencia de los virus. Los portadores sin síntomas de un virus (excepto para el virus X, que prácticamente es siempre sin síntomas) se evitarán también. Al ir estudiando las selecciones se anotará cuidadosamente la facilidad con que quedan infectadas (véase 2, más abajo).

Se estudiará el comportamiento de la variedad Corahila respecto de los virus, ya que es posible que algunos clones sean resistentes a ciertos virus, lo cual es conveniente, o sean portadores sin síntomas, lo cual no lo es.

2. Los ensayos de adaptabilidad de variedades y selecciones constituyen una parte integrante de todo programa genético. Deben observarse dos aspectos de estos trabajos respecto de los virus. Uno es que deberán utilizarse materiales libres de virus al comparar clones respecto de otras características; si no se hace así las diferencias en la susceptibilidad al virus pueden encubrir otros caracteres. El segundo punto es que los ensayos de susceptibilidad a los virus en el campo deberán hacerse en parcelas aisladas de otras dedicadas a trabajos genéticos.

3. Para determinar si la semilla se deteriora de una u otra forma en las actuales condiciones de almacenamiento se mantendrán lotes de simiente en almacenes comunes y en almacenes refrigerados, determinándose en las cosechas obtenidas a partir de tal semilla el rendimiento y el grado de incidencia de las enfermedades. Si resultara de vital necesidad un almacenamiento de semilla más perfecto se emprenderán estudios para determinar en qué forma pueden mejorarse los almacenes de las granjas, o para investigar la posibilidad de establecer almacenes comunales financiados por algún organismo público.

4. Se aconsejará a los agricultores que no utilicen los tubérculos menores para siembra, ya que con mayor frecuencia que los grandes los primeros proceden de plantas enfermas. Cuando se plantan tubérculos grandes, la economía aconseja dividirlos en trozos, pudiendo además ser necesario tratar estas papas partidas con preparados químicos para evitar la podredumbre. Si se consideran las prácticas usuales no parece probable que se adopte la siembra con tubérculos cortados, pero aún así deben efectuarse experimentos que conduzcan a un conocimiento preciso de las ventajas e inconvenientes de tales prácticas en Chile.

F. Apoyar las investigaciones sobre el marchitamiento amarillo de la betarraga azucarera

En la zona central existe una enfermedad de la betarraga azucarera que al parecer es idéntica a la denominada "yellow wilt" (marchitamiento amarillo) en la Argentina. La Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y la Industria Azucarera Nacional S.A. (IANSA) muestran interés por apoyar las investigaciones sobre esta enfermedad, y a solicitud de las mismas se preparó un plan de investigaciones que después fue enviado por conducto de la Oficina Regional de la FAO al Sr. Mario Vallejo, que colaboró en contrapartida con el experto en este proyecto. El Sr. Vallejo prestará su cooperación en la iniciación de estos trabajos (véase Apéndice).

En el mencionado plan figuran procedimientos para confirmar que la cicadela Atanus exitiosus es el vector; la búsqueda de otros vectores; el estudio de la ecología de los vectores en relación con la epidemiología de la enfermedad; y un estudio de los hospedantes silvestres del virus. Se acordó con el Sr. Dewey Stewart, de la Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos, el envío de semillas de material genético de betarraga azucarera a Chile para ensayar su resistencia a la enfermedad.

VI. MEDIOS NECESARIOS

A. Personal

La IANSA proyecta en principio la asignación de un especialista para que, en jornada completa, se dedique a la investigación de la enfermedad del marchitamiento amarillo de la betarraga azucarera, utilizando los medios de la Estación Experimental de la Universidad en Maipú. En las conversaciones con los representantes de la IANSA se insistió en que estos trabajos se proyectaran en un principio para un período de 3 años.

Deberá contarse al menos con dos fitopatólogos y dos fitogenetistas que se ocupen en problemas relativos a la papa, y es preferible que todos ellos trabajen juntos. No deberán emprender un programa demasiado amplio, limitando al principio sus esfuerzos a la obtención de semilla libre de virus y de variedades resistentes al tizón tardío. Todos ellos deben estar familiarizados con los detalles del proyecto total, de forma que si uno de ellos debe dimitir o ausentarse durante un cierto tiempo no se retrase con ello la marcha de los trabajos. Es esencial una estrecha cooperación entre fitogenetistas y fitopatólogos.

No hay duda de que Chile puede proporcionar el personal necesario elegido entre sus propios especialistas agrónomos. Si bien al presente no se estudian con la profundidad suficiente los aspectos de la fitopatología, los jóvenes especialistas podrán aprender mucho trabajando junto a los ya capacitados y dedicándose a la lectura y a la experimentación propias. A quienes demuestren poseer interés y aptitud para los trabajos científicos deberá dárseles una oportunidad para que estudien en los Estados Unidos o en Europa durante un par de años antes de que hayan avanzado demasiado en su carrera. Se aconsejan también períodos de estudios en las estaciones experimentales de otros países latinoamericanos. Por ejemplo, gran parte de los trabajos más meritorios en torno a la papa se efectúan hoy en México, Colombia y la Argentina. Los jóvenes que ya se ocupen en la investigación científica deberían visitar estos países.

Cuando ya se cuente con un personal competente y consagrado a su labor es absolutamente necesario que se les faciliten medios para su trabajo y se les garantice que podrán irse especializando en sus respectivos campos de actividad. El progreso científico depende sobre todo de la continuidad de los trabajos, y sólo cuando los investigadores cuenten con la oportunidad de proseguir su labor ininterrumpidamente durante varios años podrán esperarse resultados valiosos. Esto se aplica en modo especial a la biología y a sus aplicaciones agronómicas.

No es necesario que los inspectores que se dediquen a la certificación de papas sean fitopatólogos capacitados, aunque esto siempre es conveniente. Habrán de contar, en cambio, con una experiencia y una capacitación generales en agricultura, conocer los métodos y problemas del cultivo de la papa y ser observadores agudos y despiertos. Recibirán una capacitación en el campo durante una temporada junto a un especialista de más edad y experiencia que pueda familiarizarles con las enfermedades de la papa, en especial con las virosis, y enseñarles a distinguir las diferentes variedades de papa. Su misión se limitará a la certificación de papas.

B. Costos

Los costos principales para iniciar los trabajos en torno a las virosis y a otros problemas propios de la papa serán los que exija la construcción de los invernaderos y almacenes. Un invernadero de 11 x 33 m., con instalación de calefacción y refrigeración, costaría actualmente entre 25.000 y 30.000 escudos. Un almacén con refrigeración artificial en parte de su superficie costaría probablemente 20.000 escudos.

Otros organismos, entre ellos la Fundación Rockefeller y el Instituto de Asuntos Interamericanos (ICA) están construyendo o han construído ya invernaderos cerca de Santiago, Chillán y Temuco. El espacio que en estos edificios pueda dedicarse a los trabajos con la papa determinará qué nuevos medios son necesarios. No debe olvidarse, sin embargo, que conviene aislar los trabajos virológicos de otras investigaciones que con frecuencia son fuente de contaminación. Existe un invernadero en la estación Centinela, pero no cuenta con calefacción y se halla en muy malas condiciones, siendo inadecuado para trabajos tanto virológicos como genéticos.

Son también esenciales los automóviles para el transporte, sobre todo para los inspectores, cada uno de los cuales deberá contar con un automóvil para su uso exclusivo. Los especialistas de las estaciones experimentales deberán tener a su disposición automóviles para los necesarios desplazamientos en el campo.

El costo de los materiales fundamentales de laboratorio y de invernadero para trabajos virológicos, exceptuados los automóviles, probablemente no excederá de 8.000 escudos.

Debe asignarse una cantidad suficiente todos los años para la adquisición de materiales y suministros, si se quiere que el personal trabaje con la mayor eficacia. La proporción entre los fondos necesarios para provisiones y para salarios podrá estimarse consultando otros Institutos de Investigación del país.

C. Ganancias

No puede hacerse ninguna estimación efectiva de las ganancias económicas que se derivarán de las inversiones propuestas: estas estimaciones son siempre inciertas. Sin embargo, pueden tenerse presentes los puntos siguientes.

La certificación de semillas como medio de combatir las enfermedades transmitidas por éstas, constituye una fase ya sancionada del cultivo de la papa en los principales países productores de este tubérculo, y en muchos de ellos viene practicándose desde hace más de 40 años. Esto es esencial y provechoso, y debería hacerse también en Chile.

Para que Chile pueda satisfacer sus propias necesidades y alimentar su población deberá contar con variedades de papa adaptadas y resistentes al tizón tardío. La resistencia a las virosis y el combate de éstas en los materiales genéticos es un punto esencial en todo programa de mejoramiento genético de la papa, y por esta razón es necesario un fitopatólogo con capacitación en virología y un programa continuo de investigaciones.

La buena marcha de la agricultura depende de la atención que se preste a determinadas fases de la ciencia fundamental y aplicada. Las virosis constituyen una amenaza constante para todas las plantas de cultivo y su control depende de que se cuente con personas en el país que comprendan la enfermedad y conozcan el significado tanto de los trabajos que se hacen en otros países como de sus propias investigaciones y experiencias. Es esencial, por lo tanto, que el estudio de las virosis de las plantas, como el de otros aspectos de las ciencias agronómicas, reciba una ayuda continua y apropiada.

APENDICE

PLAN DE INVESTIGACIONES SOBRE EL MARCHITAMIENTO AMARILLO DE LA BETARRAGA AZUCARERA

Para combatir el marchitamiento amarillo ("yellow wilt") de la betarraga azucarera existen varios posibles medios, entre los cuales figuran los siguientes:

(1) Selección o cría de variedades resistentes.

(2) Combate del vector o vectores.

(3) Combate de las malezas hospedantes desde las que el virus se propaga a la betarraga.

(4) Modificación de las fechas de plantación o de otras prácticas culturales que permitan librar a las betarragas de la infección.

Los ensayos varietales podrían emprenderse inmediatamente si se plantan los materiales genóticos disponibles en una zona donde la enfermedad se considere destructiva. Antes de adoptar otras medidas de lucha es necesario contar con algunos datos fundamentales, como los siguientes:

(1) Confirmación del hecho de que la cicadela Atanus exitiosus es un vector e información relativa a la posibilidad de que otros insectos transmitan la enfermedad.

(2) Estudio de las plantas hospedantes preferidas por el vector o vectores.

(3) Estudio de la ecología del vector o vectores, incluído el momento de su aparición y las tendencias de su población durante el año.

(4) Epoca en que el vector llega a la betarraga.

(5) Estudio de las demás plantas hospedantes del virus, en especial de aquellas naturalmente infectadas.

(6) Duración del período de latencia del virus en el insecto y del período de incubación en el hospedante.

Si bien hoy se cuenta con cierta información respecto de uno o dos de estos extremos, todos ellos exigen una investigación profunda en las condiciones chilenas. Se propone el siguiente plan de investigaciones para conseguir la necesaria información. Algunas fases de los trabajos son más importantes que otras. Por ejemplo, es necesario recoger y criar en jaulas los insectos que sean vectores del virus, ya que éstos serán necesarios para desarrollar otras fases de los trabajos. La determinación del período en que el vector contrae la infección y del período de latencia del virus en el vector sólo será posible después de conocido dicho vector, y podrá esperar hasta que se haya emprendido el estudio de los diversos hospedantes. Por otra parte pueden efectuarse simultáneamente varias fases de la investigación, a la vez que un mismo experimento podrá dar respuesta a cuestiones de diversa naturaleza. Estas se indican en las líneas siguientes.

1. PREPARACION Y MANTENIMIENTO DE CULTIVOS LIBRES DE VIRUS DEL VECTOR

Las líneas que siguen se basan en la suposición de que el vector principal del marchitamiento amarillo es Atanus exitiosus. Los procedimientos se basan en el conocimiento de otras especies de cicadelas, pero podrán exigir alteraciones para esta especie o para otras que resulten ser vectoras.

A. Captura y cría de cicadelas

i. Materiales necesarios:

a. Jaulas grandes a prueba de insectos (véase sección 8, Materiales necesarios).

b. Macetas de arcilla para flores, de 10 y 15 cm. de diámetro interno.

c. Red caza-insectos, aspirador, etc.

ii. Procedimiento

a. Esterilizar la tierra y las macetas. Si la esterilización por vapor no resulta práctica, se recurrirá al procedimiento usual de esterilización con formaldehido.

b. Sembrar avena (de 25 a 30 semillas) en macetas de 10 cm. y dejar que crezca en las jaulas a prueba de insectos. Todas las plantas que deban utilizarse como hospedantes de los insectos para la inoculación se cultivarán en jaulas.

c. Asegurarse de que las jaulas a prueba de insectos están limpias. Lavarlas a fondo cada vez que queden vacías y evitar que en ellas se establezcan arañas u otros parásitos.

d. Recoger cicadelas de plantas silvestres, o de betarragas, con una red de entomólogo. (Una forma de recoger los insectos es pasar la red sobre las plantas y llevar ésta a un automóvil cerrado donde, sacudiendo la red, se hacen salir los insectos. Algunos de éstos, entre ellos muchas cicadelas, se posarán sobre las ventanillas, de donde es fácil recogerlos con un aspirador). Colocar los insectos capturados en una pequeña jaula en que se halle una maceta de avena que les permitirá sobrevivir hasta que lleguen al invernáculo de tela metálica.

e. En el invernáculo de tela metálica colocar de 12 a 15 adultos en cada una de las pequeñas jaulas con plantas de avena de unos 10 cm. de altura. Después de 5 a 7 días sacar los insectos para que no se hallen presentes cuando los huevos se aviven. Cuando ocurra esto último se esperará hasta que el insecto alcance su fase adulta y después se ensayarán para determinar si se hallan libres del virus. (Véase C más abajo).

B. Mantenimiento de cultivos de cicadelas

i. Materiales necesarios:

a. Jaulas a prueba de insectos.

b. Avena u otra planta adecuada que crezca en macetas de 10 cm.

c. Luz fluorescente en el invierno.

ii. Procedimiento

a. Limpiar a fondo las jaulas cada vez que queden vacías.

b. Colocar de 12 a 15 cicadelas adultas jóvenes sobre avena en una jaula. Sacar los adultos después de la oviposición y antes del avivamiento. Esto puede determinarse por simple observación. En buenas condiciones probablemente exigirá de 5 a 7 días.

c. Colocar nuevas plantas de avena en las jaulas según las necesidades. Un número grande de cicadelas puede destruir rápidamente la avena.

iii. Este es un procedimiento ordinario que deberá seguirse para conseguir una población continua de cicadelas vigorosas y libres de virus que puedan utilizarse en cualquier momento en otros trabajos. Por supuesto, debe demostrarse que las cicadelas se hallan libres de virus. Si resultaran vectores también otros insectos, se mantendrán asimismo cultivos de éstos. Los procedimientos podrán modificarse según las características del insecto y podrán determinarse previa consulta con un entomólogo. En modo análogo, si la avena resultara ser susceptible al virus será preciso ensayar otras plantas sobre las que puedan obtenerse cultivos de las cicadelas o de otros vectores. Por supuesto, podrá utilizarse cualquier planta, sea o no susceptible, si los insectos se hallan libres del virus. Una de las razones para utilizar la avena es que no está muy relacionada con la betarraga y puede no ser hospedante.

C. Ensayo de las cicadelas para determinar si se hallan libres del virus

i. Materiales necesarios:

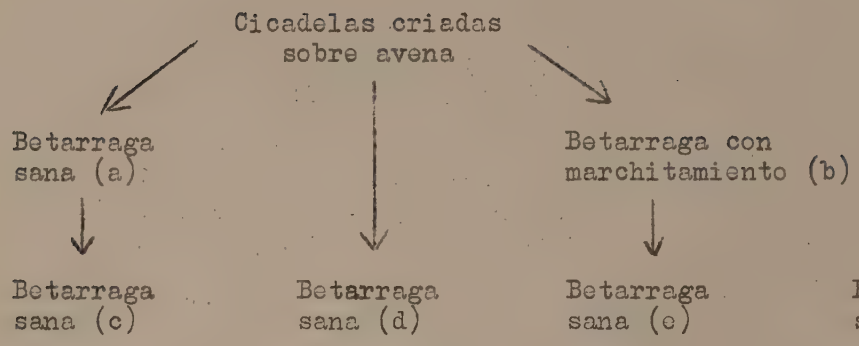
a. Jaulas grandes a prueba de insectos.

b. Plantitas de betarraga que crezcan en macetas de arcilla de 15 cm. Las plantitas deberán tener una altura de unos 10 cm. y estar bien establecidas.

c. Una planta de betarraga con marchitamiento amarillo trasplantada desde el campo hasta una maceta.

ii. Procedimiento

a. Tomar 10 cicadelas adultas jóvenes criadas sobre avena (1-B) y depositarlas sobre plantitas sanas de betarraga azucarera y en otras jaulas sobre betarraga afectada por el marchitamiento. Después de transcurridos 7 a 10 días trasladar los insectos a 4 plantitas sanas de betarraga y además tomar directamente 10 cicadelas criadas sobre avena y depositarlas sobre 4 plantitas de betarraga. En una jaula aparte se mantendrán cuatro plantitas no expuestas a las cicadelas. Esto se representa en el esquema siguiente:



El experimento anterior deberá repetirse al menos dos veces. Todas las betarragas se mantendrán en sus jaulas originales y bajo observación durante al menos 10 semanas.

iii. Interpretación de los resultados

Si sólo e presenta síntomas, esto indicará que los insectos criados sobre la avena probablemente se hallan libres del virus y que son sólo vectores de éste. Si a, c, d, y e presentan síntomas, ello indicará que (1) el virus quedó trasmitido a través de los huevos del insecto o (2) la avena es hospedante del virus, o (3) que se produjo contaminación. Si la tercera hipótesis fuera la cierta, la planta f podría también presentar síntomas. Si sólo e los presenta, lo más acertado será criar un nuevo lote de insectos a partir de los huevos depositados sobre c y d. Estos se hallarán libres del virus con más probabilidad que los insectos originales sobre la avena, ya que entre estos últimos pueden figurar algunos individuos congénitamente infectados que no se hubieran utilizado en el ensayo descrito.

Si las plantas a, c, o la d, o las tres, presentan síntomas, se seguirá el procedimiento que se describe en la sección 1-D siguiente para obtener insectos libres del virus.

D. Otro procedimiento para obtener cicadelas libres del virus

i. Materiales necesarios:

a. Jaulas pequeñas para una sola planta.

ii. Procedimiento

a. Recoger las cicadelas adultas en el campo y situar una sobre cada una de las plantitas de betarraga azucarera en jaulas separadas. Después de 5 a 7 días se sacarán los insectos adultos. La progenie de cada uno se mantendrá sobre la planta de betarraga o sobre plantas de avena hasta que la primera presente síntomas del marchitamiento.

iii. Este experimento puede mostrar lo siguiente:

a. Si no se manifiestan síntomas sobre algunas plantas en 10 a 12 semanas, es probable que los adultos presentes sobre tales plantas se hallen libres del virus y podrá entonces mantenerse la progenie de éstos.

b. Si pueden recogerse y ensayarse suficientes cicadelas (50 ±) esto podrá servir de índice del porcentaje de vectores efectivos en el campo.

c. El ensayo dará nuevas pruebas de que A. exitiosus es un vector de la enfermedad.

2. LOS INSECTOS VECTORES DEL VIRUS

Burnett y Munck (Jour. Agr. Res. 73: 45-64) dan pruebas de que Atanus exitiosus es un vector del virus en la Argentina, y las presentes notas se basan en la suposición de que esto es así también en Chile. Sin embargo, deberán hacerse otros ensayos para determinar si esta suposición es correcta y si A. exitiosus es el único vector. Algunos de los experimentos esbozados en la sección 1 darán la respuesta a estos extremos.

A. Ensayos de campo

i. Material necesario:

a. Jaulas de campo de 2 x 1 x 1 m., aproximadamente.

ii. Procedimiento

a. Inmediatamente después de plantar las betarragas en el campo en la temporada usual se colocarán las jaulas sobre el suelo para cubrir las betarragas cuando éstas emerjan. La plantación puede clarearse hasta dejar unas 5 betarragas por jaula.

b. Pasar sobre las betarragas en el campo una red de entomólogo a intervalos frecuentes. (Esto puede hacerse como parte del estudio ecológico, véase IV). Identificar las diversas especies capturadas y meterlas en jaulas (por supuesto, una especie en cada jaula). Llevar un registro de las fechas y números situados en cada jaula y observar la aparición de síntomas en las plantas jóvenes. Ya que parece ser que una cicadela es el vector del virus, los insectos preferidos para los ensayos serán otras especies de cicadelas.

c. En una segunda serie de jaulas se colocarán los mismos insectos, pero antes de encerrarlos en las jaulas del campo se dejará que se alimenten durante 24 a 48 horas sobre plantas de betarraga en macetas y afectadas por el marchitamiento.

iii. Interpretación de resultados

Si las plantas de alguna jaula presentan síntomas del marchitamiento, el insecto situado en dicha jaula se ensayará sobre plantas en maceta en el invernadero o en el invernáculo de tela metálica, tal como se explica en la sección B siguiente.

B. Ensayos de invernadero

i. Materiales necesarios:

a. Jaulas grandes para insectos.

b. Plantitas de betarraga cultivadas en jaulas y en macetas de 15 cm.

ii. Procedimiento para confirmar los resultados de campo

Toda especie de insecto que parezca trasmitir el virus en el campo se dejará que se alimente de 24 a 48 horas en una planta en maceta atacada por el marchitamiento, y después se llevará a las plantitas de betarraga en jaulas. Se inspeccionará la presencia de síntomas del marchitamiento sobre las plantitas.

iii. Procedimiento para los insectos virulíferos y no virulíferos

Para asegurarse de que la enfermedad no consiste en un efecto tóxico, todo insecto que parezca trasmitirla se criará de tal forma que se obtengan individuos libres del virus tal como se explica en la sección 1-A y se ensayarán con arreglo a 1-C.

iv. Interpretación de resultados

Estos ensayos y los descritos en la sección 1 muestran cuáles son los insectos capaces de recoger el virus de una planta enferma y trasmitirlo a otra sana, lo que permite afirmar su calidad de vector. Posteriormente, con todos los vectores comprobados se efectuarán otras investigaciones en cuanto a la relación entre virus y vector y en cuanto a la ecología de los vectores, para determinar su importancia relativa en la propagación del virus en condiciones naturales.

3. RELACION ENTRE EL VIRUS Y EL VECTOR

Para interpretar en modo adecuado la relación de un insecto vector con la aparición de una enfermedad epidémica, y quizá también para que con esta información pueda evitarse tal epidemia, es necesario conocer al menos tres aspectos de la relación que existe entre el virus, el vector y la planta hospedante: (1) tiempo necesario para que el insecto, alimentándose sobre una planta enferma, recoja el virus (período de adquisición); (2) tiempo que transcurre desde que el insecto adquiere el virus hasta que es capaz de trasmitirlo (período de latencia); y (3) tiempo que transcurre entre la actividad del insecto y la aparición de síntomas sobre la planta (período de incubación). A continuación se describen experimentos para determinar estos extremos. Dado que tales experimentos exigen una abundancia de minuciosos trabajos, se sugiere que se realicen en un orden inverso al expuesto, tanto por razones de conveniencia como por el hecho de que los períodos de incubación y de latencia son probablemente de mayor importancia práctica que el período de adquisición.

A. Período de incubación

i. En todos los experimentos descritos deberá anotarse el período que media entre la inoculación, cuando el insecto virulífero se coloca sobre las plantas, y la aparición de los primeros síntomas en dichas plantas. Esto permitirá una estimación del tiempo medio de incubación en la planta. Sin embargo, sobre la correcta determinación de este período pueden influir al menos dos factores: (1) las condiciones ambientales, de las cuales la temperatura es probablemente la más importante, y (2) el período de latencia en el insecto. Por ejemplo, si se deja que las cicadelas se alimenten sobre una planta enferma durante 24 a 48 horas y después se trasladan a una planta sana, podrán transcurrir 10 días, más o menos, antes de que sean capaces de trasmitir el virus. En este caso, el período de incubación en el hospedante duraría aparentemente 10 días más de lo que realmente dura. Asimismo, el período de incubación es probable que varíe en unos cuantos días debido a los efectos de las razas de virus, a la reacción del hospedante y a otros factores que son difíciles de evaluar.

ii. Pueden realizarse ensayos precisos del período de incubación en la forma siguiente:

   a. Permitir a las cicadelas libres del virus procedentes de la avena que se alimenten sobre plantas enfermas durante 24 horas.

   b. Trasladar los insectos a plantitas sanas en macetas y dejarlos que se alimenten durante unos 12 días.

c. Trasladar los insectos a un segundo lote de plantitas sanas.

d. Observar minuciosamente la aparición de los primeros síntomas en todas las plantas.

iii. Interpretación de resultados

a. Si el primer lote de plantas sobre las que se situaron los insectos presentan síntomas, esto significa al menos que algunas de las cicadelas han atravesado el período de latencia y son capaces de trasmitir el virus. Por consiguiente, el tiempo que transcurre entre la inoculación del segundo lote de plantas y la aparición de síntomas sobre las mismas puede considerarse como período de incubación.

b. Estos trabajos deberán efectuarse en un invernadero con calefacción durante el invierno y repetirse en el verano, tanto en plantas en macetas como en el campo. Se llevará un registro de la temperatura en el punto en que se hallan las plantas de ensayo, preferiblemente con un higrotermógrafo registrador.

B. Período de latencia

i. Materiales necesarios:

a. Jaulas a prueba de insectos.

b. Cicadelas libres de virus.

c. Plantitas de betarraga azucarera criadas en jaulas.

ii. Procedimiento

a. Dejar que de 12 a 15 cicadelas adultas libres de virus se alimenten sobre plantas enfermas durante 24 horas.

b. Trasladar los insectos a una plantita sana y dejarlos durante 24 horas.

c. Trasladar los insectos a una nueva plantita cada 24 horas durante 15 días.

iii. Interpretación de los resultados

a. Si la primera serie de plantas queda infectada, el período de latencia puede ser inferior a 24 horas. El experimento deberá entonces repetirse llevando las cicadelas a una planta nueva cada hora durante 24 horas.

b. Si ninguna planta queda infectada se repetirá lo indicado en (ii) más arriba, dejando que las cicadelas se alimenten durante 48 horas en la planta infectada de marchitamiento antes de trasladarlas a las plantas de ensayo. Los traslados a las plantas de ensayo pueden efectuarse a intervalos de 10, 15, 20, 25 y 30 días.

C. Período de adquisición

i. Materiales necesarios: igual que para B más atrás.

ii. Procedimiento

a. Si en los experimentos descritos en B se manifestó la infección después de alimentarse los insectos sobre plantas enfermas de marchitamiento durante 24 horas, se procederá como sigue. Colocar de 50 a 60 cicadelas sobre una planta grande enferma en una jaula y sacar 10 insectos a intervalos de 1, 4, 8, 12 y 24 horas respectivamente. Situar cada lote de 10 insectos sobre una plantita sana y anotar cuándo aparecen los síntomas.

b. Si en las operaciones descritas en B fueron necesarias más de 24 horas para que las cicadelas se volvieran virulíferas, se alterarán los intervalos en el experimento mencionado en (C,2 a) fijando el período en la forma necesaria. Sin embargo, no es probable que éste sea mayor de 24 horas.

iii. Interpretación de los resultados

a. El período mínimo de actividad necesario para que un insecto se vuelva virulífero quedará indicado por los resultados del experimento anterior. Esto podrá utilizarse como guía en los futuros experimentos de transmisión.

b. Dado que el período de adquisición puede quedar influído por la variedad, toda variedad o selección de betarraga posteriormente descubierta y que parezca presentar una cierta resistencia se utilizará en esta clase de experimento para determinar si el período de adquisición dura más que en la betarraga susceptible.

4. ECOLOGIA DEL VECTOR

El objeto de los trabajos relativos a este punto es determinar en qué períodos del año el vector o vectores del virus del marchitamiento se encuentran sobre varias plantas silvestres y cultivadas; cuándo se trasladan a la betarraga azucarera, y qué es lo que estimula este traslado.

A. Tendencias de la población

i. Materiales necesarios:

a. Red de entomólogo.

b. Higrotermógrafo protegido en el campo.

ii. Procedimiento

a. Pasar la red sobre vegetación de especies diversas y examinar también las plantas para determinar si se hallan presentes ninfas. Esto se hará a breves intervalos a lo largo del año, sobre todo al comienzo de la campaña agrícola.

b. Basándose en los exámenes de campo y utilizando procedimientos entomológicos ordinarios, determinar la población de Atanus exitiosus y de otros insectos, sobre todo de cicadelas. En las anotaciones relativas a estos reconocimientos se separarán las cifras correspondientes a distintas plantas hospedantes. Por supuesto, las especies de insectos que resulten vectoras se estudiarán con mayor atención.

c. Llevar registros meteorológicos de temperatura y humedad. Cuando se producen cambios en las poblaciones de insectos, especialmente cuando comienzan a trasladarse a la betarraga, observar si estos cambios pueden asociarse con las condiciones meteorológicas o con el estado de las plantas.

iii. Interpretación de resultados

a. Si las poblaciones de insectos son usualmente elevadas al comenzar la temporada, será posible reducir los daños causados por la enfermedad plantando las betarragas en fecha posterior.

b. Si las cicadelas parecen concentrarse sobre pocas especies de plantas o sobre una sola antes de trasladarse a las betarragas, estas plantas deberán combatirse con herbicidas o de cualquier otra forma, o bien los insectos podrán combatirse con insecticidas antes de que su población comience a multiplicarse.

5. HOSPEDANTES NATURALES DEL VIRUS

Los trabajos relativos a este aspecto se proponen determinar qué otras plantas, especialmente las silvestres, son susceptibles al virus del marchitamiento y cuáles quedan comúnmente infectadas en condiciones naturales. Las plantas infectadas pueden no presentar síntomas, debiéndose entonces proceder a experimentos de inoculación. Cuando el número de hospedantes es muy grande, será necesaria, si bien poco factible, la destrucción de todas las malezas. Si el virus demuestra limitarse a unas cuantas especies de plantas, será posible combatirle destruyendo tales plantas.

A. Estudios de campo

a. En el campo se examinarán de cerca todas las plantas silvestres para determinar la presencia de síntomas. Esto puede hacerse durante los reconocimientos entomológicos antes descritos. Las que resulten infectadas deberán ser las primeras que se ensayen en el invernadero o en el invernáculo de tela metálica.

b. Las plantas que se hallen infectadas se trasplantarán a macetas, si ello es posible, y se llevarán al invernáculo de tela metálica para que sirvan como fuentes de virus. Antes de situarlas en dicho invernáculo se limpiarán cuidadosamente de insectos.

B. Ensayo de plantas silvestres para determinar la presencia del virus

i. Materiales necesarios:

a. Jaulas a prueba de insectos

b. Cultivos de cicadelas libres de virus o de otros insectos que hayan demostrado ser vectores.

c. Plantitas de betarraga azucarera cultivadas en jaulas.

ii. Procedimiento

a. Dejar que las cicadelas libres del virus se alimenten durante 24 a 48 horas sobre plantas silvestres procedentes del campo (A.b., más atrás). Después de transcurrido este tiempo se trasladarán las cicadelas a plantitas de betarraga azucarera para determinar si han recogido el virus.

C. Ensayos de la susceptibilidad de las plantas

i. Materiales necesarios:

a. Las plantitas silvestres o de otra clase que deban ensayarse se criarán en jaulas en tierra desinfectada al igual que las plantitas de betarraga azucarera.

b. Jaulas a prueba de insectos.

c. Plantas de betarraga azucarera como fuente del virus del marchitamiento.

d. Cultivos de insectos vectores libres del virus.

ii. Procedimiento

a. Dejar que las cicadelas libres de virus se alimenten sobre plantas de betarraga azucarera con el marchitamiento durante 24 a 48 horas.

b. Trasladar las cicadelas desde la betarraga azucarera hasta la planta de ensayo y dejarlas en ésta.

c. Observar si los insectos ovipositan y dejan progenie en alguna planta.

d. Observar en las plantas de ensayo la aparición de síntomas.

e. Después de 8 a 10 semanas situar las cicadelas libres del virus sobre las plantas de ensayo inoculadas así como sobre algunas de la misma especie que no se hayan expuesto a los vectores virulíferos. Después de 24 a 48 horas se llevarán las cicadelas a plantitas sanas de betarraga azucarera. Este ensayo determinará si el virus se halla en alguna de las plantas sin producir síntomas.

iii. Interpretación de resultados

El experimento descrito mostrará cuáles son las plantas susceptibles y cuáles las que se hallan naturalmente infectadas. Todas las que aparezcan ser susceptibles a la infección artificial se considerarán sospechosas en el campo, y se tratará de determinar si se hallan naturalmente infectadas.

6. FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LOS SINTOMAS

Bennett y Munck demostraron que existían varios tipos diferentes de síntomas, todos producidos, al parecer, por el virus del marchitamiento amarillo, que dependían de la fase de desarrollo de la planta en el momento en que quedaba infectada y probablemente también de la temperatura y humedad de que la planta disponía. Al objeto de que los síntomas no pasen inadvertidos o se interpreten equivocadamente, se efectuarán experimentos para determinar la gama de síntomas posibles y los factores ambientales que influyen sobre éstos. Las técnicas de inoculación y los materiales exigidos para esto son idénticos a los descritos anteriormente y no se describirán de nuevo. El propósito general es inocular plantas de betarraga azucarera en condiciones diversas, y observar qué diferencias resultan entre los síntomas.

A. Temperatura

i. En el invernadero y en el invernáculo de tela metálica se observarán las diferencias en los síntomas sobre las plantas inoculadas en la misma forma y en momentos distintos del año. Si estas diferencias son inconcluyentes, se repetirán las mismas inoculaciones en fecha diversa para que el efecto de la temperatura sea diferente. Se cuidará de que las plantas inoculadas en estos experimentos sean de la misma edad y se hallen en la misma fase de desarrollo.

ii. Se harán experimentos análogos en el campo, plantando en diversas fechas e inoculando en la misma forma cuando las plantas han alcanzado un tamaño aproximadamente igual.

B. Humedad

i. Otras plantaciones idénticas en el campo podrán inocularse en la misma forma y al mismo tiempo, suprimiendo el riego en una y regando abundantemente la otra.

ii. Este experimento podrá repetirse en el invernáculo de tela metálica con plantas en macetas.

7. ENSAYOS DE RESISTENCIA DE VARIEDADES DE BETARRAGA Y DE MATERIALES GENETICOS

El Sr. Dewey Stewart, de la Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos, ha expresado el deseo de cooperar con los investigadores de Chile, proporcionando algunos materiales de betarraga azucarera para exponerlos a la enfermedad. Ya que probablemente el Sr. Stewart preferirá sugerir él mismo la forma en que estas pruebas deberán hacerse, no es preciso añadir comentario alguno en este lugar. En lo relativo a estos ensayos, el Sr. Stewart se pondrá en contacto con el Sr. Mario Vallejo.

8. MATERIALES NECESARIOS

La investigación de virus de las plantas exige medios adecuados que permitan trabajar con insectos vectores, así como invernaderos en que puedan realizarse estos trabajos durante el invierno. Muchas tareas se realizan mejor en el invernadero que en el campo, y si un investigador se ve obligado a interrumpir sus trabajos durante el invierno por no contar con estos medios, su tiempo no rendirá todo lo que debiera. Para los trabajos durante el verano es muy útil un invernáculo de tela metálica, que resulta relativamente barato. Las jaulas de distintos tamaños para insectos son absolutamente esenciales. A continuación se enumeran los elementos principales necesarios para un proyecto de esta clase, junto con su costo aproximado.

A. Invernadero

i. Si el invernadero con que hoy se cuenta para estos trabajos no tiene calefacción, se instalará ésta. Es imposible trabajar con plantas e insectos a bajas temperaturas y sin ningún sistema de regulación de la temperatura. Dadas las temperaturas relativamente moderadas que reinan en Santiago en el invierno, tal sistema de calefacción (de aceite pesado) costaría de 2.000 a 3.000 escudos.

ii. Refrigeración del invernadero en verano. Si se cuenta con un invernáculo de tela metálica, la refrigeración del invernadero no es esencial, pero será necesaria cuando deben efectuarse durante el verano trabajos en el invernadero. En un clima seco como el de Santiago esto puede hacerse eficazmente con un sistema evaporador, como los que vende la Floral Breeze, Co., Stillwater, Oklahoma, E.U.A. El equipo refrigerador para un invernadero de 8 x 8 m. costaría unos 600 dólares, y los gastos de instalación unos 1.000 escudos.

B. Invernáculo de tela metálica

i. Consiste en una estructura de madera del tamaño conveniente, recubierta de tela metálica contra los insectos. Puede también comprarse enrejado de "Fiberglas" de la Chicopee Manufacturing Co., Cornelia, Georgia, E.U.A. Para un invernáculo de 18 x 3 m. el enrejado de este tipo costaría alrededor de 250 escudos, f.o.b. Cornelia, Georgia. El enrejado de cobre o de latón sería más barato en Chile y de igual resultado.

C. Jaulas a prueba de insectos

i. Deberá contarse con jaulas de tres tamaños. Una para emplearla en el campo y dos en el invernadero y en el invernáculo de tela metálica.

ii. Las jaulas de campo se harán de listones de madera de 5 x 5 cm. cubiertos de muselina, tela de mosquitero o tela metálica. En un costado se practicarán dos aberturas, con mangas que puedan cerrarse, de forma que sea posible el acceso a la planta o a los insectos en el interior sin dejar que éstos escapen. Estas jaulas serán de 2 x 1 x 1 m.

iii. Jaulas de invernadero. Se fabricarán cuidadosamente, con fondo y portezuelas bien ajustados. El techo y la portezuela serán de vidrio y los otros tres lados de rejilla metálica o plástica. El latón y el cobre son muy buenos y pueden tratarse con formaldehido y otros desinfectantes enérgicos para limpiarlos. Sin embargo, dejan pasar menos luz que los enrejados de plástico. En cualquier caso, el enrejado no deberá ser mayor de 13 mallas por cm. (32 mallas por pulgada). Las jaulas de invernadero se construirán en dos tamaños: uno de 60 x 60 cm., y otro de 30 x 30 cm., con altura de 40 cm. Deberá contarse al menos con 20 jaulas de cada tamaño.

iv. Costo aproximado de las jaulas:

20 de campo, a 10 escudos cada una	200	escudos
20 grandes de invernadero, a 20 escudos	400	"
20 pequeñas de invernadero, a 15 escudos	300	"
Total	900	"

D. Otros materiales

i. Se contará con higrotermógrafos para llevar registros de la temperatura y la humedad tanto en el campo como en el invernadero y en el invernáculo de tela metálica. Si no se cuenta ya con ellos podrán adquirirse a 300 escudos cada uno.

ii. Se dedicarán unos 500 escudos cada año para la adquisición de materiales diversos, tales como redes de entomólogo, ventiladores, frascos de recogida y otros elementos imprevistos.

E. Resumen de costos por materiales

i. Materiales indispensables:

Recinto de tela metálica	500	escudos
Jaulas	900	"
Varios	500	"(anualmente)
Total	1.900	"

ii. Otros gastos posibles:

Higrotermógrafos	600	escudos
Equipo calefactor en el invernadero	2.500	"
Equipo refrigerador en el invernadero	600	"
Total	3.700	"